

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-305447

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

G02B 26/10  
B41J 2/44  
H04N 1/113  
H04N 1/23

(21)Application number : 2000-123820

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 25.04.2000

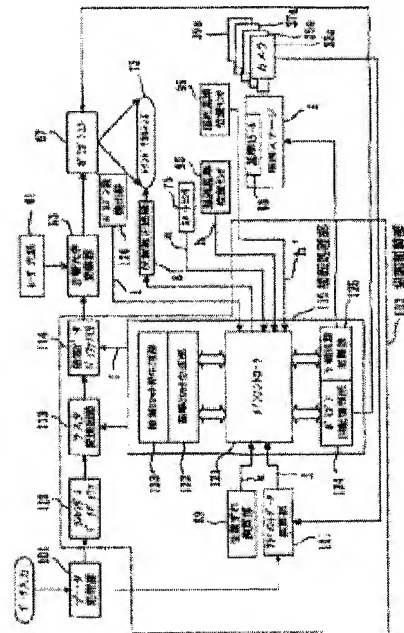
(72)Inventor : YOSHIOKA MASAKI  
SHIROTA HIROYUKI  
KUWABARA AKIRA

(54) LASER PLOTTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser plotting device capable of correcting the nonuniformity of recording density of scanning pixels with high accuracy.

**SOLUTION:** This laser plotting device modulates a laser beam with an acoustooptical modulator 53 based on raster data read by a plotting clock signal (f), deflects the modulated laser beam in the main scanning direction by a polygon mirror 67, irradiates the substrate on a plotting stage 5 with the laser beam, then displaces the plotting stage 5 in the subscanning direction to plot a pattern. The laser plotting device is provided with a plotting clock generating circuit 123 to adjust the plotting clock (f) in the correction part among the plotting clocks (f) for one scanning line to a desired frequency according to the set value (k) corresponding to the increase of a phase (correction data of position-deviation).



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-305447  
(P2001-305447A)

(43)公開日 平成13年10月31日(2001.10.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 26/10		G 0 2 B 26/10	A 2 C 3 6 2 B 2 H 0 4 5
B 4 1 J 2/44		H 0 4 N 1/23	1 0 3 Z 5 C 0 7 2
H 0 4 N 1/113		B 4 1 J 3/00	M 5 C 0 7 4
1/23	1 0 3	H 0 4 N 1/01	1 0 4 A
審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 23 頁)			

(21)出願番号 特願2000-123820(P2000-123820)

(22)出願日 平成12年4月25日(2000.4.25)

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72)発明者 吉岡 正喜

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(74)代理人 100093056

弁理士 杉谷 勉

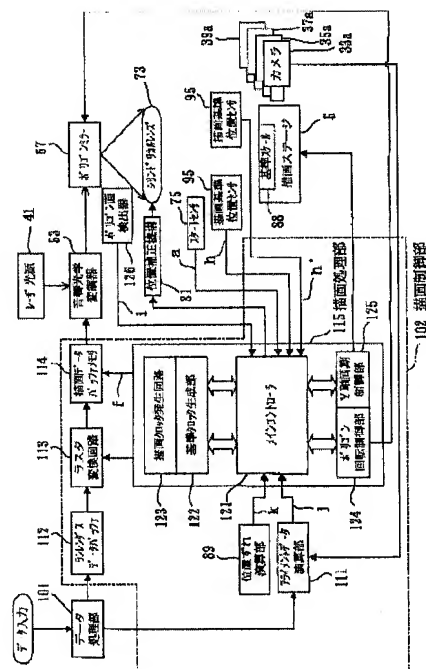
最終頁に続く

#### (54)【発明の名称】 レーザ描画装置

##### (57)【要約】

【課題】 走査画素の記録密度むらの補正処理を高精度に行うレーザ描画装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 描画クロック信号fで読み出されるラスタデータに基づいてレーザビームを音響光学変調器53で変調し、この変調されたレーザビームをポリゴンミラー67で主走査方向に偏向させて描画ステージ54上の基板に照射させるとともに、描画ステージ54を副走査方向に移動させてパターンを描画するレーザ描画装置において、一走査ライン分の描画クロックfのうちで補正箇所の描画クロックfを、位相増加分設定値k(位置ずれ補正データ)に応じて、所望の周波数に調整する描画クロック発生回路123を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 所定周波数の描画クロックで読み出されるラスタデータによって生成される描画信号に基づいてレーザビームを変調し、この変調されたレーザビームを偏向手段で主走査方向に偏向させて載置台上の処理対象物に照射させるとともに、副走査方向にレーザビームと載置台とを移動手段で相対的に移動させることにより所望のパターンを前記処理対象物に描画するレーザ描画装置において、

一走査ライン分の描画クロックのうちで補正箇所の描画クロックを、位置ずれ補正データに応じた周波数に調整する信号調整手段を備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項２】 請求項１に記載のレーザ描画装置において、

前記信号調整手段は、

一走査ライン分のクロックのうちで補正箇所のクロックの周波数設定値を位置ずれ補正データとして保持するメモリ部と、

前記メモリ部からの周波数設定値に応じた周波数のクロックを発生するダイレクトデジタルシンセサイザと、このダイレクトデジタルシンセサイザからのクロックを逡倍して描画クロックとして出力する逡倍手段とを備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項３】 請求項１または請求項２に記載のレーザ描画装置において、

前記信号調整手段を同時走査描画する複数本のレーザビームごとに備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項４】 請求項１から請求項３のいずれかに記載のレーザ描画装置において、

前記偏向手段はポリゴンミラーを含む走査系とし、

前記ポリゴンミラーの各面毎の位置ずれ補正データを格納する格納手段を備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項５】 請求項４に記載のレーザ描画装置において、

前記ポリゴンミラーの各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出する走査速度分布検出手段と、

前記走査速度分布検出手段で検出されたポリゴンミラー各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データを算出する演算手段とを備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項６】 請求項１から請求項３のいずれかに記載のレーザ描画装置において、

前記偏向手段はポリゴンミラーを含む走査系とし、

描画用レーザビームとは別の参照用レーザビームを前記ポリゴンミラーを介して受光してポリゴンミラーの各面ごとの描画クロックを生成する生成手段を備えているこ

とを特徴とするレーザ描画装置。

【請求項７】 請求項１から請求項６のいずれかに記載のレーザ描画装置において、

前記処理対象物の伸縮量を検出する伸縮量検出手段と、前記伸縮量検出手段で検出された伸縮量に応じて位置ずれ補正データを補正する演算手段とを備えていることを特徴とするレーザ描画装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリント配線基板などの処理対象物に対してレーザビームを照射して所望のパターンを描画するレーザ描画装置に係り、特に、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正する技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来のレーザ描画装置としては、例えば、特開平10-80781号公報に示すようなものがある。この装置は、感光材料が被着されたプリント配線基板を載置するテーブルと、描画用のレーザビームを主走査方向に偏向させるポリゴンミラーや $f\theta$ レンズなどを含む結像光学系と、テーブルを副走査方向に移動させる移動機構とを備えている。この装置は、描画クロックで読み出されるラスタデータに基づいてレーザビームを変調し、この変調されたレーザビームを主走査方向に偏向させてテーブル上のプリント配線基板に照射させるとともに、副走査方向にこのテーブルを移動させることにより、所望のパターンをプリント配線基板に描画する。

【０００３】ところで、所定の寸法形状の描画パターンを適正にプリント配線基板に描画するためには、等間隔でかつ均等に配列された画素で描画パターンがプリント配線基板に描画されることが主要な条件として挙げられる。しかしながら、実際の装置には、間隔ムラがありかつ不均一に配列された画素で描画パターンがプリント配線基板に描画されるという不均一性が存在しており、これにより走査画素の記録密度むら（描画パターンの位置ずれ＝走査歪み）が発生してしまう。この不均一性の要因の一つとしては、例えば、 $f\theta$ レンズによるものがある。 $f\theta$ レンズは、レーザビームのスポットがプリント配線基板上を等速度で主走査方向に直線移動するようにするために用いられている。この $f\theta$ レンズとしては、図15（a）で破線で示すような直線等速度の走査光学特性となるものが望まれている。しかしながら、実際の $f\theta$ レンズの走査光学特性は、図15（a）で実線で示すように、微細レベルにおいては、レーザビームのスポットが一走査期間において微小時間（画素単位程度の時間）単位レベルで完全な直線等速度にならずに、歪みを有するものになっている。その結果、ビームスポットの主走査速度は、図15（b）で実線で示すように、一走査期間の端部で速くなる特性となっている。そのため、描画クロックが一定周波数であると、間隔ムラがありか

つ不均一に配列された画素で描画パターンがプリント配線基板上に描画されるという不均一性が生じることになり、 $f\theta$  レンズの特性により走査画素の記録密度むらが発生してしまう。

【０００４】そこで、この走査画素の記録密度むらを補正するために、この従来例装置には、実測された画素配列ピッチのずれデータに基づいて、描画クロックの位相を $2\pi$ （１周期）以下の単位でシフトすべき位置を位相シフト開始位置データとして演算する演算手段と、この位相シフト開始位置データに従って描画クロックの位相をシフトさせて画素配列のずれを補正するように描画クロックの出力を制御するクロックパルス出力制御手段とが備えられている。

【０００５】この装置では、走査画素の記録密度むらを補正する処理を、以下のように行っている。実際に格子状の描画パターンを描画し、その格子状の描画パターンの各交点の位置を実測し、実測した格子状の描画パターンの各交点の位置と理想の格子状の描画パターンの交点の位置とのずれから画素配列ピッチのずれデータを求めておく。演算手段は、この画素配列ピッチのずれデータに基づいて、描画クロックの位相を $2\pi$ 以下の単位でシフトすべき位置（一走査ラインのうちで対象となる複数箇所の描画クロックの位置）を位相シフト開始位置データとして演算する。クロックパルス出力制御手段は、位相シフト開始位置データで特定される一走査ラインのうちで対象となる複数箇所の描画クロックの位相を、画素配列ピッチのずれ量に応じて、所定の間隔でしかも正側または負側のいずれかにシフトさせて、画素配列のずれを補正するように描画クロックの出力を制御している。このように、一走査ラインのうちで対象となる複数箇所の描画クロックの位相をシフトすることで、前記画素を等間隔でかつ均等に配列されるように調整し、等間隔でかつ均等に配列されるよう近づける調整を行った画素で描画パターンをプリント配線基板上に描画し、走査画素の記録密度むらを補正している。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構成を有する従来例の場合には、次のような問題がある。走査画素の記録密度むらを補正する処理は、一走査ラインのうちの一部の描画クロックの位相を、画素配列ピッチのずれ量に応じて、所定の間隔でしかも正側または負側のいずれかにシフトさせることにより行っている。具体的には、クロック信号を所定時間（描画クロックの一周期の $10$ 分の $1$ 程度の時間）ずつ順次に位相シフト（遅延）させて複数種類のクロック信号を生成し、これらの信号の中から所望の位相シフト量のクロック信号を $1$ つ選択し、一走査ラインのうちの一部の描画クロックに前記の選択した所望の位相シフト量のクロック信号を当て嵌めて描画クロックとして出力することにより行っている。そのため、位相シフト（遅延）させた複数

種類のクロック信号が必要になるという問題がある。また、このクロック信号の位相シフトは、その一周期の $10$ 分の $1$ 程度の分解能（一画素の $10$ 分の $1$ 程度の単位レベル）でしか制御できないので、これ以上高精度に走査画素の記録密度むらを補正できないという問題がある。また、一走査内において複数本のレーザビームで同時に描画するマルチビーム描画に、この従来例装置を使用する場合を考えると、前記クロックパルス出力制御手段がレーザビームごとに必要になりこれらを制御する制御回路が複雑になるので、実現コストが高くなるという問題がある。

【０００７】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、走査画素の記録密度むらの補正処理を高精度に行うレーザ描画装置を提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。すなわち、請求項１に記載のレーザ描画装置は、所定周波数の描画クロックで読み出されるラスタデータによって生成される描画信号に基づいてレーザビームを変調し、この変調されたレーザビームを偏向手段で主走査方向に偏向させて載置台上の処理対象物に照射させるとともに、副走査方向にレーザビームと載置台とを移動手段で相対的に移動させることにより所望のパターンを前記処理対象物に描画するレーザ描画装置において、一走査ライン分の描画クロックのうちで補正箇所の描画クロックを、位置ずれ補正データに応じた周波数に調整する信号調整手段を備えていることを特徴とするものである。

【０００９】また、請求項２に記載のレーザ描画装置は、請求項１に記載のレーザ描画装置において、前記信号調整手段は、一走査ライン分のクロックのうちで補正箇所のクロックの周波数設定値を位置ずれ補正データとして保持するメモリ部と、前記メモリ部からの周波数設定値に応じた周波数のクロックを発生するダイレクトデジタルシンセサイザと、このダイレクトデジタルシンセサイザからのクロックを逡倍して描画クロックとして出力する逡倍手段とを備えていることを特徴とするものである。

【００１０】また、請求項３に記載のレーザ描画装置は、請求項１または請求項２に記載のレーザ描画装置において、前記信号調整手段を同時走査描画する複数本のレーザビームごとに備えていることを特徴とするものである。

【００１１】また、請求項４に記載のレーザ描画装置は、請求項１から請求項３のいずれかに記載のレーザ描画装置において、前記偏向手段はポリゴンミラーを含む走査系とし、前記ポリゴンミラーの各面毎の位置ずれ補正データを格納する格納手段を備えていることを特徴とするものである。

【〇〇１２】また、請求項５に記載のレーザ描画装置は、請求項４に記載のレーザ描画装置において、前記ポリゴンミラーの各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出する走査速度分布検出手段と、前記走査速度分布検出手段で検出されたポリゴンミラー各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データを算出する演算手段とを備えていることを特徴とするものである。

【〇〇１３】また、請求項６に記載のレーザ描画装置は、請求項１から請求項３のいずれかに記載のレーザ描画装置において、前記偏向手段はポリゴンミラーを含む走査系とし、描画用レーザビームとは別の参照用レーザビームを前記ポリゴンミラーを介して受光してポリゴンミラーの各面ごとの描画クロックを生成する生成手段を備えていることを特徴とするものである。

【〇〇１４】また、請求項７に記載のレーザ描画装置は、請求項１から請求項６のいずれかに記載のレーザ描画装置において、前記処理対象物の伸縮量を検出する伸縮量検出手段と、前記伸縮量検出手段で検出された伸縮量に応じて位置ずれ補正データを補正する演算手段とを備えていることを特徴とするものである。

【〇〇１５】

【作用】請求項１に記載の装置発明の作用は次のとおりである。信号調整手段は、一走査ライン分の描画クロックのうちで補正箇所の描画クロックを、位置ずれ補正データに応じた周波数に調整する。その結果、レーザビームによる描画ピッチが一定となるように調整され、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれが高精度に補正される。

【〇〇１６】また、請求項２に記載の装置発明によれば、メモリ部は、一走査ライン分のクロックのうちで補正箇所のクロックの周波数設定値を位置ずれ補正データとして保持する。ダイレクトデジタルシンセサイザは、前記メモリ部からの周波数設定値に応じた周波数のクロックを発生する。通倍手段は、このダイレクトデジタルシンセサイザからのクロックを通倍して描画クロックとして出力する。したがって、高い分解能で描画クロックの周波数設定ができ、ラスタデータの一画素以下の微小単位で描画パターンの位置ずれを補正することができ、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正する構成を実現することができる。

【〇〇１７】また、請求項３に記載の装置発明によれば、信号調整手段は、同時走査描画する複数本のレーザビームごとに備えられている。したがって、複数本のレーザビームを用いるマルチビーム描画において、各レーザビームの補正箇所の描画クロックが位置ずれ補正データに応じた周波数に調整され、各レーザビームの描画パターンの位置ずれが高精度に補正される。

【〇〇１８】また、請求項４に記載の装置発明によれば、格納手段は、ポリゴンミラーの各面毎の位置ずれ補

正データを格納する。したがって、格納されたポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データに応じてポリゴンミラー一面毎に描画クロックが調整され、ポリゴンミラーの回転精度、面毎の回転ムラなどの走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれがポリゴンミラー各面ごとに高精度に補正される。

【〇〇１９】また、請求項５に記載の装置発明によれば、走査速度分布検出手段は、ポリゴンミラーの各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出する。演算手段は、前記走査速度分布検出手段で検出されたポリゴンミラー各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データを算出する。したがって、ポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データが自動的に算出され、この算出されたポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データに応じてポリゴンミラーの各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるように描画クロックが調整され、ポリゴンミラーの回転精度、面毎の回転ムラなどの走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれがポリゴンミラー各面ごとに高精度に補正される。

【〇〇２０】また、請求項６に記載の装置発明によれば、生成手段は、描画用レーザビームとは別の参照用レーザビームを前記ポリゴンミラーを介して受光してポリゴンミラーの各面ごとの描画クロックを生成する。信号調整手段は、前記生成手段で生成されるポリゴンミラーの各面ごとの一走査ライン分の描画クロックのうちで補正箇所の描画クロックを、位置ずれ補正データに応じた周波数に調整する。このように、参照用レーザビームをポリゴンミラーを介して受光して描画クロックを生成することで、ポリゴン面毎の走査速度の変動による描画位置ずれを打ち消すレーザ描画装置の場合であっても、前記生成手段での描画クロックの生成におけるピッチ誤差が補正され、描画クロックの生成位置ずれが補正され、描画パターンの位置ずれが高精度に補正される。

【〇〇２１】また、請求項７に記載の装置発明によれば、伸縮量検出手段は、処理対象物の伸縮量を検出する。演算手段は、前記伸縮量検出手段で検出された伸縮量に応じて位置ずれ補正データを補正する。したがって、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれが高精度に補正されるとともに、処理対象物の寸法変動に応じて描画パターンが高精度に縮倍補正される。

【〇〇２２】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。本発明に係るレーザ描画装置の一例であるプリント配線基板製造装置は、以下に示すような第１～第３補正機能を備えている。

（１）第１補正機能は、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを補正する機能である。（第１補正例）

（２）第２補正機能は、前記の走査光学系の歪みのうち

で、特に、ポリゴンミラーの回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを面毎に補正する機能である。(第2補正例)

(3) 第3補正機能は、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを補正するとともに、描画パターンをプリント配線基板の寸法変動に応じて縮倍補正する機能である。(第3補正例)

このような第1～第3補正機能を備えたプリント配線基板製造装置は、以下の通りに構成されている。

【0023】図1は、本発明に係るレーザ描画装置の一例であるプリント配線基板製造装置の概略構成を示す斜視図であり、図2はその平面図、図3はその側面図である。また、図4は位置補正機構の概略構成を示す側面図であり、図5はその側面図であり、図6はその正面図である。

【0024】本実施例に係るプリント配線基板製造装置は、図1に示すように、大きく分けて、感光材料が被着されたプリント配線基板(処理対象物)Sを載置する描画ステージ5と、描画用のレーザビームLBを主走査方向(x方向)に偏向させるポリゴンミラー67やf $\theta$ レンズ68などを含む結像光学系21と、描画ステージ5を副走査方向(y方向)に移動させる移動機構と、CAD(Computer Aided Design)を使って設計されたプリント配線基板のアートワークデータを処理するデータ処理部101と、このデータ処理部101からのデータに基づいて描画制御する描画制御部102とで構成されている。

【0025】描画ステージ5の移動機構は以下のように構成されている。この装置の基台1の上面には、一対のガイドレール3が配設されており、それらのガイドレール3の間には、サーボモータ7によって回転される送りネジ9が配備されている。この送りネジ9には、描画ステージ5がその下部で螺合されている。図3に示すように、描画ステージ5は、送りネジ9が螺合され、ガイドレール3に沿って摺動自在に取り付けられたステージ基台10と、鉛直のz軸周りに回転させるための回転機構11と、鉛直のz方向に昇降させるための昇降機構13とを下から順に備え、最上部にプリント配線基板Sを吸着載置するための載置テーブル15を備えている。

【0026】なお、上述したガイドレール3と、サーボモータ7と、送りネジ9とで構成される移動機構が本発明における移動手段に相当する。

【0027】描画ステージ5がサーボモータ7の駆動により移動されるy方向(副走査方向)には、処理位置PYにて描画用のレーザビームLBをx方向(主走査方向)に偏向しながら下方に向けて照射する結像光学系21が配設されている。この結像光学系21は門型状のフレームによって基台1の上部に配設されており、サーボモータ7が駆動されると描画ステージ5が結像光学系21に対して進退するようになっている。

【0028】基台1には、図3に示すように待機位置にある描画ステージ5の上方を覆うようにアライメントスコープユニット31が配設されている。このアライメントスコープユニット31は、水平面内でそれぞれ独立に移動可能な4台のアライメントスコープ33、35、37、39を備えている。各アライメントスコープ33、35、37、39は、CCD(charge coupled device)カメラ33a、35a、37a、39aとレンズ部33b、35b、37b、39bとを備えている。これらのアライメントスコープ33、35、37、39は、描画ステージ5に載置されたプリント配線基板Sの四隅に形成されている位置合わせ穴(アライメントマーク)Aの位置を計測して、描画ステージ5に載置されたプリント配線基板Sの位置ずれ量を求めてその「ずれ」を補正したり、プリント配線基板Sの伸縮量を検出したりすることに利用される。

【0029】次に、結像光学系21について説明する。レーザ光源41は、例えば、半導体を励起光源とした波長532 $\mu$ mの固体レーザである。このレーザ光源41から射出されたレーザビームLBaは、コーナーミラー43によって方向をほぼ90°変えられ、ビームエキスパンダー45に入射される。このビームエキスパンダー45によって所定のビーム径に調整されたレーザビームLBaは、ビームスプリッタ47によって例えば8本のレーザビームLBbに分割される(図1中では省略してある)。8本に分割されたレーザビームLBbは、集光レンズ49およびコーナーミラー51によって各々、音響光学変調器(acousto optical modulator : AOM)53に対して平行に入射されるとともに、音響光学変調器53内の結晶中で結像し、後述する描画制御部102からの制御信号により各々が独立してラスタデータに基づき変調されるようになっている。

【0030】音響光学変調器53で変調されたレーザビームLBcは、コーナーミラー55で反射されてリレーレンズ系57に入射される。リレーレンズ系57から射出されたレーザビームLBcは、シリンダリカルレンズ59と、コーナーミラー61と、球面レンズ63と、コーナーミラー65とを介してポリゴンミラー67に導かれる。そして、ポリゴンミラー67の各面上で主走査方向(x方向)に長い線状のスポットを形成する。

【0031】本発明の偏向手段に相当するポリゴンミラー67の回転によって水平面内で偏向走査された線状のレーザビームLBcは、f $\theta$ レンズ68を通った後、主走査方向に長尺の折り返しミラー69で下方に向けて折り返される。そして、露光面への入射角がほぼ垂直になるようにフィールドレンズ71で補正された後、シリンダリカルレンズ73を通して載置テーブル15に向けて照射されるようになっている。シリンダリカルレンズ73は、主走査方向に長尺であり、副走査方向にのみパワーを有している。

【0032】上述したポリゴンミラー67上の線状スポットは、 $f\theta$ レンズ68と、フィールドレンズ71と、シリンドリカルレンズ73との作用によって、載置テーブル15上で所定径のスポットを形成して結像し、ポリゴンミラー67が回転することにより主走査方向（ $x$ 方向）に移動するレーザビームLB（最大8本のレーザビームからなる）を形成する。

【0033】なお、ポリゴンミラー67のミラー面と結像面とは、 $f\theta$ レンズ68、フィールドレンズ71およびシリンドリカルレンズ73により、副走査方向において光学的に共役な位置関係となっており、ポリゴンミラー67の各ミラー面の加工誤差などに起因してミラー面が鉛直軸から傾く面倒れによるレーザビームの走査位置ずれを補正している。

【0034】また、上述したフィールドレンズ71とシリンドリカルレンズ73との間には、図6に示すようにスタートセンサ75へレーザビームを導くためのミラー77が配設されている。より具体的に説明すると、ミラー77は、フィールドレンズ71を保持しているフィールドレンズホルダー71aの下部から懸垂した状態で取り付けられており、フィールドレンズ71を通過したレーザビームをスタートセンサ75が配設されている斜め上方に向けて導くように構成されている。

【0035】ここでこのスタートセンサ75について図7を用いて説明する。図7（a）はスタートセンサの構成を示す斜視図であり、図7（b）はこのスタートセンサでの検出波形を示す図である。スタートセンサ75の受光面75aには、図7（a）に示すように、レーザビームを受光する2つのセンサ部76a、76bと、これらのセンサ部76a、76bに挟まれた遮光部76cとが形成されている。センサ部76a、76bのレーザビームが通過する $x$ 方向の幅は、例えば、レーザビームのスポット径（ $20\mu\text{m}$ ）より大きく形成されており、遮光部76cの $x$ 方向の幅は、例えば、 $5\mu\text{m}$ に形成されている。レーザビームはセンサ部76aから遮光部76cを経てセンサ部76bの順に入射される。このときの各センサ部76a、76bは、図7（b）に示すような電圧波形を出力する。スタートセンサ75は、この電圧波形のクロスポイントPcを検出して走査開始信号aを生成している。このようにすることで、レーザビームの光量変動などの影響を受けにくくすることができ、高精度で安定して走査開始信号aを生成することができる。スタートセンサ75から出力される走査開始信号aは、後述する描画制御部102に与えられて、その時点から所定時間後に描画が開始されるようになっている。

【0036】シリンドリカルレンズ73は、その円柱面が上向き状態でシリンドリカルレンズホルダー73aに取り付けられ、このシリンドリカルレンズホルダー73aが平面視コの字状のシリンドリカルレンズプレート73bに嵌め込まれ、その両端部でシリンドリカルレン

ズプレート73bに対して取り付けられている（図5）。ベースプレート79には、シリンドリカルレンズプレート73bを副走査方向に移動させるための位置補正機構81が、シリンドリカルレンズプレート73bの両端部に配備されている。

【0037】位置補正機構81について説明する。ベースプレート79にはガイドレール83が配備されており、これには移動台85が副走査方向に摺動自在に取り付けられている。また、ガイドレール83の延長上にはステッピングモータ87が配設されており、ステッピングモータ87を駆動することにより移動台85がガイドレール83上を摺動してベースプレート79に対して副走査方向に移動するようになっている（図5中に二点鎖線で示す）。

【0038】ところで、ベースプレート79の両端部に配設された位置補正機構81を独立して異なる駆動量で作動させた場合、特に互いに逆方向に駆動した場合には、シリンドリカルレンズプレート73bの両端部が平面視で弧を描くように移動することになるが、実質的に必要な移動量が僅かな距離（最大でも基準位置から $\pm 0.5\text{mm}$ 程度）であるので移動時に弧を描いたとしてもガイドレール83と移動台85との間の「ギャップ」で吸収できるようになっている。なお、ギャップで吸収するのではなく、積極的に吸収するための機構を両端部付近に配備するようにしてもよい。

【0039】描画ステージ5の最下層に配備されているステージ基台10の結像光学系21側には、検出部91が主走査方向に並んで二つ配設されている。各検出部91は、ステージ基台10から処理位置PYに向けて立設されたアーム93と、このアーム93の上部に配備された描画基準位置センサ95とを備えている。このアーム93は、描画基準位置センサ95が載置テーブル15の高さ位置とほぼ同じ高さ位置となるようにするものである。

【0040】この描画基準位置センサ95の構成を図8に示す。この描画基準位置センサ95は、この受光面95aに照射されたレーザビームの主走査方向および副走査方向の位置が検出可能なセンサである。この描画基準位置センサ95として、例えば、受光面95aに画素部95bが二次元状に配設されたCCD型二次元撮像素子を用いている。二つの描画基準位置センサ95は、描画ステージ5が待機位置にある際には、ともにその $y$ 方向の中央部分が処理位置PYに位置し、スタートセンサ75に近い方の描画基準位置センサ95はその $x$ 方向の中央部分が描画基準位置PXに位置し、スタートセンサ75に遠い方の描画基準位置センサ95（図1参照）はその $x$ 方向の中央部分が描画終了位置PXendに位置するようにして、上述したアーム93の上部に配設されている。

【0041】図8に示すように、レーザビームLBが処

理位置PYにて副走査方向に対してずれることなく正常に走査されている場合には、そのスポットLBsが処理位置PY上を真っ直ぐに移動して行く。その一方、温度変化などに起因してレーザービームLBが副走査方向にずれた場合には、例えば、そのスポットLBsが図8中に点線で示すような位置、つまり基準位置である処理位置PYから結像光学系21側へ距離 $\Delta d$ だけずれた位置を移動することになる。描画基準位置センサ95は、レーザービームLBのスポットLBsの位置ずれ量 $\Delta d$ を判断することができる。この実施例装置では、スポットLBsが処理位置PY上を真っ直ぐに移動して行くように、上述した位置補正機構81を介してシリンドリカルレンズ73を移動させてレーザービームの位置を基準位置である処理位置PYに保持するようにしている。

【0042】これらの描画基準位置センサ95は、その受光面95aに画素部95bが二次元状に配設されて構成されているので、受光面95aのいずれの位置においてもレーザービームの検出が可能であるが、図1に示すように、描画基準位置PXをレーザービーム検出位置としこの描画基準位置PXにレーザービームが照射されるとこれを検出して描画基準位置信号hを出力し、描画終了位置PXendをレーザービーム照射終了位置としこの描画終了位置PXendにレーザービームが照射されるとこれを検出して描画終了位置信号h'を出力するものとする。このように、描画基準位置信号hと描画終了位置信号h'とを後述するメインコントローラ121に出力することで、レーザービームの描画有効範囲を特定している。なお、描画基準位置信号hは、撮像素子からの画像信号を処理することで得られるビームスポットの重心座標値と、スポット光量値を示すものである。ビームの位置、ずれ量は描画制御部102において、重心座標値、スポット光量値に基づいて計算される。

【0043】また、上述した検出部91を、複数本のレーザービームを順に照射して描画基準位置センサ95の出力を比較しその結果を音響光学変調器53にフィードバックして、全てのビームの光量を同一にするために利用するようにしてもよい。これにより複数本のレーザービームによって描画を行っても均一に処理を施すことができる。

【0044】次に、データ処理部101と描画制御部102とについて、図9を用いて説明する。図9は、プリント配線基板製造装置の概略構成を示すブロック図である。データ処理部101は、CADを使って設計されたプリント配線基板のアートワークデータが入力され、ラスタ走査描画のためのランレングスデータに変換する。このデータ処理部101として、例えば、ワークステーションやパーソナルコンピュータなどを用いている。

【0045】描画制御部102は、位置ずれ演算部89と、アライメントデータ演算部111と、ランレングス

データバッファ112と、ラスタ変換回路113と、描画データバッファメモリ114と、描画処理部115とで構成されている。

【0046】図1に示すように、載置テーブル15のプリント配線基板Sを載置する側で検出部91に近い方には、レーザービームの照射位置を測るための長さ目盛りをもつ基準スケール88が主走査方向(x方向)に設けられている。プリント配線基板Sにレーザ描画する前に、基準スケール88に対してレーザービームを主走査方向に10mm間隔毎に順に照射するとともに、この照射されたレーザービームのスポットとこのスポットが位置する基準スケール88の長さ目盛りとをCCDカメラ(図示せず)で撮像し照射位置データとして位置ずれ演算部89に出力し(図9参照)、その10mm間隔ごとのレーザービームの照射位置を予め計測する。位置ずれ演算部89は、CCDカメラで計測されたレーザービームの照射位置データに基づいて、レーザービームの位置ずれを補正するための、即ち、レーザービームによる描画ピッチが一定となるようにするための位置ずれ補正データを算出し、この算出した位置ずれ補正データを描画処理部115のメインコントローラ121に出力する。なお、この位置ずれ補正データは、後述する位置ずれ補正メモリ131に設定される位相増加分設定値(周波数設定値)kのことである。

【0047】アライメントデータ演算部111には、各アライメントスコープ33、35、37、39のCCDカメラ33a、35a、37a、39aが全て接続されている。アライメントデータ演算部111は、各CCDカメラ33a、35a、37a、39aから集められた各映像信号を演算処理して、プリント配線基板Sの姿勢ずれや、プリント配線基板Sの寸法変動に応じた縮倍補正率j(縮倍補正データ)を求めており、この求めた姿勢ずれや縮倍補正率jを描画処理部115のメインコントローラ121に出力する。メインコントローラ121は、アライメントデータ演算部111からの縮倍補正率jに応じて、位相増加分設定値(周波数設定値)kを補正する。

【0048】なお、上述したアライメントスコープユニット31とアライメントデータ演算部111とが本発明における伸縮量検出手段に相当し、メインコントローラ121が本発明における伸縮量に応じて位置ずれ補正データを補正する演算手段に相当する。

【0049】ランレングスデータバッファ112は、データ処理部101で変換されたランレングスデータ全てを一旦記憶する。ラスタ変換回路113は、順次読み出されたランレングスデータを画素単位のラスタデータに変換する。描画データバッファメモリ114は、1走査毎にラスタデータを記憶する。描画処理部115は、ラスタ変換回路113にラスタ変換指示を与え、描画データバッファメモリ114に記憶されているラスタ



ーデータを、後述する描画クロック発生回路123からの描画クロック信号fで読み出して音響光学変調器53に出力する。音響光学変調器53は、この読み出されたラスタデータによって生成される描画信号に基づいてレーザビームを変調する。

【0050】この描画処理部115は、メインコントローラ121と、基準クロック生成部122と、描画クロック発生回路123と、ポリゴン回転制御部124と、Y軸同期制御部125とを備えている。

【0061】メインコントローラ121には、位置ずれ演算部89で算出された位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値kや、アライメントデータ演算部111で求めたプリント配線基板Sの姿勢ずれや縮倍補正率jなどのデータや、スタートセンサ75で1走査毎に検出される走査開始信号aや、描画基準位置センサ95で検出した描画基準位置信号hや、ポリゴン面検出器126からの面信号i（ポリゴンミラー67のレーザビームが照射されている面を示す信号）などが入力される。メインコントローラ121は、位置ずれ演算部89からの位相増加分設定値kに基づいて描画クロック発生回路123を制御し、アライメントデータ演算部111からのプリント配線基板Sの姿勢ずれに応じて位置補正機構81を制御し、アライメントデータ演算部111からのプリント配線基板Sの縮倍補正率jに応じて位相増加分設定値kを補正し、ポリゴン回転制御部124とY軸同期制御部125とを制御する。

【0062】なお、ポリゴン面検出器126は、レーザビームが照射されているポリゴンミラー67の面を検出するためのものである。このポリゴン面検出器126は、例えば、ポリゴンミラー67に形成されているマークを光学的に検出してポリゴンミラー67の第1面を検出し、ポリゴンミラー67の残りの第2面から第n面については図10に示すようにスタートセンサ75からの走査開始信号aをカウンタ部126aでカウントすることで検出している。

【0053】基準クロック生成部122は、水晶発振器などで構成されており、基準クロック信号bを生成して描画クロック発生回路123に出力する。図9に示すように、ポリゴン回転制御部124は、メインコントローラ121からの指示に従ってポリゴンミラー67を回転制御する。Y軸同期制御部125は、メインコントローラ121からの指示に従って、レーザ描画に同期させて描画ステージ5をy軸方向に駆動制御する。

【0054】描画クロック発生回路123は、図10に示すように、各レーザビーム毎に設けられている。図10は、描画制御部の要部の構成を示すブロック図である。これらの描画クロック発生回路123は、位置ずれ補正メモリ131と、ダイレクトデジタルシンセサイザ（以下、DDSと略す。）132と、周波数通倍回路133と、同期化処理部134とで構成されている。な

お、メインコントローラ121は、位置ずれ演算部89からの位相増加分設定値（周波数設定値）kを位置ずれ補正メモリ131に設定する。ここで位相増加分設定値kとは、後述する説明から明らかになるように、この描画クロック発生回路123から出力される描画クロック信号fの周波数を設定するためのものである。位置ずれ補正メモリ131は、メインコントローラ121から設定される位相増加分設定値kを記憶保持する。DDS132は、基準クロック生成部122からの一走査ライン分の基準クロック信号bのうちで補正箇所基準クロック信号bを、位置ずれ補正メモリ131から読み出された位相増加分設定値kに応じて、所望の周波数に調整して出力する。周波数通倍回路133は、DDS132で調整された基準クロック信号cを、例えば4通倍して出力する。同期化処理部134は、周波数通倍回路133で4通倍された基準クロック信号dをスタートセンサ75からの走査開始信号aに同期させて描画クロック信号fとして出力する。

【0055】このように各描画クロック発生回路123で調整されたレーザビーム毎の描画クロック信号fに従って、描画データバッファメモリ114から各レーザビーム毎のラスタデータがそれぞれ読み出され、描画信号に基づいて対応するレーザビームがそれぞれ変調され、変調された各レーザビームがプリント配線基板Sに照射され、位置ずれ補正された描画パターンがプリント配線基板Sに形成される。

【0056】なお、上述した描画クロック発生回路123が本発明における信号調整手段に相当し、上述した位置ずれ補正メモリ131が本発明におけるメモリ部に相当し、上述した周波数通倍回路133と同期化処理部134とが本発明における通倍手段に相当する。

【0057】ここで、DDS132について、もう少し具体的に説明する。このDDS132は、出力しようとする発振波形を、予めメモリしておいたサイン波形のデジタルデータによって合成して作り出す任意周波数発生器である。このDDS132は、図11に示すように、例えば、アドレス演算器（位相アキュムレータ）141と、Sin（サイン）波形メモリ142と、D/A（デジタルアナログ）コンバータ143と、ローパスフィルタ（LPF）144とを備えている。なお、アドレス演算器141は、Nビットフルアダー141aとレジスタ141bとを備えている。レジスタ141bとD/Aコンバータ143には、基準クロック生成部122からの周波数がFsである基準クロック信号（システムクロック）bがトリガ入力されている。Sin波形メモリ142には、予めSin（サイン）波形のデジタルデータが記憶されている。Nビットフルアダー141aに、位相増加分設定値kが入力されると、レジスタ141bからSin波形メモリ142に読み出しアドレスlが出力される。この読み出しアドレスlはNビットフルアダー1

41 aにフィードバックされていて、この読み出しアドレス1に位相増加分設定値kが加算されて次の読み出しアドレス1としてS i n波形メモリ142に出力される。このように位相増加分設定値kごとに飛び飛びに設定される読み出しアドレス1に従ってS i n波形メモリ142から離散サイン波が出力され、D/Aコンバータ143でこの離散サイン波をアナログ信号に変換し、高い周波数イメージ成分をLPF144でカットして周波数がF gに調整された基準クロック信号cが出力される。

$$F_g (\text{出力周波数}) = F_s (\text{基準クロック信号}) \times k (\text{位相増加分}) / 2^n$$

..... (1)

したがって、基準クロック信号bの周波数F sの $1/2^n$ の周波数分解能で周波数を切り替えることができる。例えば、アドレス演算器141と位置ずれ補正メモリ131とが32ビットで構成され、基準クロック信号bの周波数F sを104.8576MHz、出力となる基準クロック信号cの周波数F gを16MHzとすると、位置ずれ補正メモリ131に設定する位相増加分設定値kは、前述の演算式(1)に従って、 $16\text{MHz} \times 2^{32} / 104.8576\text{MHz} = 655360000$ になる。周波数の分解能は、 $16\text{MHz} / 655360000 \approx 0.025 \text{ Hz}$ となり、周波数通倍回路133で4通倍されるので、 $0.025 \text{ Hz} \times 4 = 0.100 \text{ Hz}$ の分解能になる。ここで、描画クロック信号fの周波数が64MHz、走査幅が410 mm、位置ずれ補正間隔が10mmピッチ、描画クロック信号の1クロックが画素ピッチ5μmに相当する場合において、位置ずれ補正メモリ131に設定する位相増加分設定値kを「655360000 + 1」とすると、周波数は高くなり、DDS132の出力は、約16.000000026MHzとなり、周波数通倍回路133で4通倍されて約64.000000100MHzとなる。したがって、 $0.0000001 \text{ MHz} / 64\text{MHz} \approx 1 \text{ 億分の} 0.15$ となることから、描画クロックの約1億分の0.15 (0.15ppm)単位での補正が可能になる。これを位置ずれ補正寸法に置き換えると、10mmに対して約0.015 nm単位の補正が可能になり、かつ、この10mmの走査間はその補正量が均一にかかることになり、高精度で高分解能の位置ずれ補正を実現できる。

【0069】実際には、10mm間隔毎に照射したレーザビームの照射位置を測定した照射位置データからfθレンズ68の走査速度分布を示す4次の多項式を求め、これを積分して走査位置を示す5次の多項近似式を求める。この5次の多項近似式に基づいてレーザビームによる描画ピッチが一定となるような16画素単位 (16×5 = 80μm) の位置ずれ補正データ、即ち、16画素単位の位相増加分設定値kを算出し、この16画素単位の位相増加分設定値kを位置ずれ補正メモリ131に設定している。具体的には、走査幅は410 mmであり、410 mm/

る。なお、基準クロック信号cはサイン波であるが、矩形波が必要な場合は、コンパレータ等を用いて矩形波に変換すれば良い。

【0058】アドレス演算器141と位置ずれ補正メモリ131とがNビットで構成されている場合、基準クロック信号bの周波数F sと、出力となる基準クロック信号cの周波数F gとは次に示す演算式(1)の関係を有する。

$80 \mu\text{m} = 5125$ となることから、5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値kを補正メモリ131に設定している。描画クロック信号fの周波数が64MHz、描画クロック信号fの1クロックが画素ピッチ5μm、位置ずれ補正間隔が80μmピッチである場合においても、上述と同様に、描画クロックの約1億分の0.15 (0.15ppm)単位での補正が可能になる。したがって、これを位置ずれ補正寸法に置き換えると、 $80 \times 10^{-6} \text{ mm} \times 0.15 \times 10^{-6} = 0.12 \text{ ppm}$ となることから、80μmに対して0.12ppm単位の補正が可能になり、かつ、この80μmの走査間はその補正量が均一にかかることになり、さらに高精度で高分解能の位置ずれ補正を実現できる。

【0060】なおここで、この実施例装置でのマルチビーム構成について説明する。図12は、この実施例装置での描画座標系を示す図である。図13(a)は、マルチビーム配列とそのビーム間隔を示す図であり、図13(b)は、描画ベクトルを示す図である。レーザ光の相互干渉を排除するために、マルチビームは、図12に示すように、走査ラインに対して斜めになるように配置されている。即ち、図13(a)に示すように、隣接するビーム間の主走査方向(x方向)の距離は100μm前後、隣接するビーム間の副走査方向(y方向)の距離はラスタ描画の画素単位数5μmになるように調整されている。従って、8本ビームでch(チャンネル)1～ch8のビーム中心間距離は、x方向間隔は約700μm、y方向間隔は35μmとなっている。

【0061】また、マルチビームを主走査方向に1走査しながら描画ステージを副走査方向に40μm連続駆動して描画するので、図12、図13(b)に示すように、走査線を描画座標のx軸に対して傾けておくことにより、矩形パターンを基板に描画したときに、x方向の線とy方向の線とが直角になるようにしている。この走査線の傾き角度θは、有効描画幅410mm、有効走査効率(1走査時間(スタートパルス周期)に対する有効描画時間割合)50%とすると、次に示す演算式(2)から求められる。

$$\theta = \tan^{-1} \{ (40 \mu\text{m} / 410 \text{ mm}) \times 0.5 \} \approx \tan^{-1} (4.878 \times 10^{-5})$$

..... (2)

この演算式(2)で求めたθとなるように、シリンドリ

カルレンズ73を傾けて調整している。

【0062】続いて、以上の構成を有する実施例のプリント配線基板製造装置において、前述の第1～第3補正例について順に説明する。

〈第1補正例〉ここでは、以上の構成を有する実施例のプリント配線基板製造装置において、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを補正する動作（第1補正機能）について説明する。

【0063】プリント配線基板Sへのレーザ描画を開始する前に、位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値 $k$ の算出とその設定とを以下のようにして行う。まず、図1に示すように、基準スケール88が処理位置PYに位置するように描画ステージ5を移動させておく。レーザビームを基準スケール88に対して主走査方向に10mm間隔毎に順に照射するとともに、この照射されたレーザビームのスポットとこのスポットが位置する基準スケール88の長さ目盛りとをCCDカメラで撮像し照射位置データとして位置ずれ演算部89に出力する（図9参照）。位置ずれ演算部89は、そのスポットの多値光量分布からビーム重心を求め、このビーム重心の対応する位置をレーザビームの照射位置として算出する。このように、10mm間隔ごとのレーザビームの照射位置を予め算出する。さらにこの位置ずれ演算部89は、レーザビームによる描画ピッチが一定となるように、このレーザビームの照射位置データに基づいて、レーザビームの位置ずれを補正するための位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値 $k$ を算出する。具体的には、10mm間隔ごとに計測されたレーザビームの照射位置データから $f\theta$ レンズ68の走査速度分布を示す4次の多項式を求め、これを積分して走査位置を示す5次の多項近似式を求め、この5次の多項近似式に基づいて、16画素単位ごとの位相増加分設定値 $k$ を5125個（走査幅410 mm/16画素80  $\mu$ m=5125）にわたって算出する。位置ずれ演算部89は、上記のように算出した5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ をメインコントローラ121に出力する。メインコントローラ121は、この5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ を位置ずれ補正メモリ131に設定する。

【0064】描画クロック発生回路123は、位置ずれ補正メモリ131に設定された5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ をアドレス順に読み出すとともに、基準クロック生成部122からの基準クロック信号 $b$ を、この読み出された16画素単位の位相増加分設定値 $k$ に応じて、所望の周波数に調整し、4逓倍して出力する。このようにして、5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ に応じて、所望の周波数に順次調整された一走査ライン分の描画クロック信号 $f$ が出力される。この描画クロック発生回路123で位相増加分設定値 $k$ に応じて調整された描画クロック信号 $f$ でラスタデータを読み出される。音響光学変調器53は、描画信号に基づいてレーザビームを変調する。変調されたレーザビ

ームがプリント配線基板Sに照射され、このプリント配線基板Sに描画パターンが形成される。描画パターンは、図14（b）に示すように、メインコントローラ121からの補正後の位相増加分設定値 $k_c$ に応じて位置ずれ補正される。なお、図14（a）は走査光学系の歪みにより描画パターンの位置ずれが生じている部分を示す図であり、図14（b）は図14（a）に示した描画パターンの位置ずれを補正した図である。

【0065】走査光学系の歪みにより、描画パターンには図14（a）に示すような位置ずれ、即ち、描画パターンの描画サイズに変動が生じてしまう。この描画パターンの位置ずれは、図15（b）に示すように、レーザビームの一走査期間におけるレーザビームの主走査速度が一定でないことで生じている。レーザビームの一走査期間の端部における主走査速度は、例えば、一走査期間の中央部に比べて速くなっている。図14（a）には、レーザビームの一走査期間の端部における描画パターン $P_1$ を示している。図14（a）に示すように、このときのDDS132の未補正時の位相増加分設定値は $k_i$ 、DDS132の出力周波数は $F_i$ とし、この出力周波数 $F_i$ が周波数逓倍回路133で4逓倍されて周波数が $f_i$ （ $f_i = F_i \times 4$ ）の描画クロック信号 $f$ が出力されているものとする。周波数が $f_i$ の描画クロック信号 $f$ で描画データバッファメモリ114のラスタデータを読み出され、描画信号が音響光学変調器53に出力されて、プリント配線基板S上に描画パターン $P_1$ が形成される。この描画パターン $P_1$ の描画サイズ $S_1$ は、上述したようにレーザビームの一走査期間の端部における主走査速度がその中央部におけるレーザビームの主走査速度に比べて速いために、基準とする描画サイズ $S_0$ より大きく形成されてしまう。これは、以下の説明からも理解できる。レーザビームの主走査速度が一定であると、図15（a）で理想の描画位置として示すように、等間隔でかつ均一に配置された画素で描画されることになるが、レーザビームの主走査速度が一定でないので、図15（a）で実際の描画位置として示すように、間隔ムラがありかつ不均一に配置された画素で描画されることになり、描画位置にムラが生じる。

【0066】そこで、本実施例装置では、図14（b）に示すように、位置ずれ演算部89からの補正後の位相増加分設定値 $k_c$ に基づいて位置ずれ補正を実行している。描画クロック発生回路123は、位置ずれ演算部89からの補正後の位相増加分設定値 $k_c$ に従って、補正箇所の描画クロック信号 $f$ を所望の周波数に調整する。具体的には、描画クロック発生回路123は、位置ずれ補正メモリ131に位置ずれ演算部89からの補正後の位相増加分設定値 $k_c$ を設定する。DDS132は、位置ずれ補正メモリ131に設定された位相増加分設定値 $k_c$ に従って、前述の未補正時の $F_i$ より周波数が高い $F_c$ の基準クロック信号 $c$ を周波数逓倍回路133に出

力する。周波数逓倍回路133は、周波数が $F_c$ である基準クロック信号 $c$ を4逓倍して、前記の未補正時の $f_i$ より周波数が高い $f_c$  ( $f_c = F_c \times 4$ )の描画クロック信号 $f$ を描画データバッファメモリ114に出力する。周波数が $f_c$ の描画クロック信号 $f$ で描画データバッファメモリ114のラスタデータが読み出され、描画信号が音響光学変調器53に出力されて、基準とする描画サイズ $S_0$ に縮小補正された描画パターン $P_0$ がプリント配線基板 $S$ 上に形成される。

【0067】このように、描画クロック発生回路123は、一走査ライン分の描画クロック信号 $f$ のうちで補正箇所の描画クロック信号 $f$ を、位相増加分設定値 $k$ に応じて、所望の周波数に調整することができるので、前述の従来例のような位相をシフトさせた複数種類のクロックを用いることなく、レーザビームによる描画ピッチが一定となるように調整でき、前記の複数種類のクロックを生成する構成を不要にでき、簡易な構成で走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正できる。具体的には、一走査期間における描画クロック信号 $f$ の周波数を図15(c)に示すように調整することで、図15(d)に示すようにレーザビームによる描画ピッチを一定にすることができ、図15(a)に破線で示すように、理想とする直線等速度の走査光学特性に補正することができ、等間隔でかつ均等に配列された画素で描画パターンをプリント配線基板 $S$ に描画できる。

【0068】この描画クロック発生回路123は、位置ずれ補正メモリ131とDDS132と周波数逓倍回路133と同期化処理部134とで構成されている。位置ずれ補正メモリ131は、一走査ライン分の描画クロック信号 $f$ のうちで補正箇所の描画クロック信号 $f$ の位相増加分設定値 $k$  (周波数設定値)を位置ずれ補正データとして保持し、DDS132は、位置ずれ補正メモリ131からの位相増加分設定値 $k$ に応じて所望の周波数の調整したクロックを発生し、周波数逓倍回路133はDDS132からのクロックを逓倍し、同期化処理部134は周波数逓倍回路133で逓倍したクロックを描画クロックとして出力している。したがって、一走査ライン分の描画クロック信号 $f$ のうちで補正箇所の描画クロック信号 $f$ の周波数設定を高い分解能で行うことができ、ラスタデータの画素以下の微小単位で描画パターンの位置ずれを高精度に補正する構成を実現することができる。

【0069】また、マルチビーム描画における各レーザビームの主走査速度特性は、いずれも同様の傾向を示している。例えば、CH2のレーザビームの主走査速度特性は、図19(a)に示すように、CH1のレーザビームの主走査速度特性を $\Delta t_m$ 時間だけずらしたものとなっている。この $\Delta t_m$ 時間とは、CH1とCH2の主走査方向のビームCH間隔を時間に換算したものに相当する。よって、CH2の描画クロック信号 $f$ の補正特性

は、図19(b)に示すように、CH1の描画クロック信号 $f$ の補正特性を $\Delta t_m$ 時間だけずらしたものとして取り扱えば良い。なお、残りのCH3~CH8のレーザビームについても、上述と同様に取り扱えば良い。したがって、マルチビーム描画における各ビームの描画パターンの位置ずれを高精度に補正する構成は、図10に示すように、単一の基準クロック生成部122と、各ビーム毎の描画クロック発生回路123とを備えるだけで実現することができ、コンパクトにすることができる。

【0070】なお、この第1補正例では、上述したようにCCDカメラと基準スケール88と位置ずれ演算部89とを用いて位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値 $k$ を算出しているが、以下のようにして算出しても良い。例えば、感光材料が被着されたガラス乾板や校正用のプリント配線基板などに格子状の描画パターンを10mm間隔で描画し、その格子状の描画パターンを現像した後に、格子状の描画パターンの各交点を実測し、この10mm間隔ごとの各交点の実測データから $f\theta$ レンズ68の走査速度分布を示す4次の多項式を求め、これを積分して走査位置を示す5次の多項近似式を求め、この5次の多項近似式に基づいて、レーザビームの走査速度が一定となるような16画素単位の位相増加分設定値 $k$ を算出する。

【0071】〈第2補正例〉続いて、前述の第1補正例で述べた走査光学系の歪みのうちで、特に、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを面毎に補正する動作(第2補正機能)について説明する。

【0072】本実施例装置は、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを補正するために、ポリゴンミラー67の各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出するための基準スケール88とCCDカメラとスタートセンサ75と描画基準位置センサ95とポリゴン面検出器126と、検出されたポリゴンミラー67の各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー67の各面毎の位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値 $k$  (周波数設定値)を算出する位置ずれ演算部89と、ポリゴンミラー67の各面毎の位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値 $k$  (周波数設定値)を格納する位置ずれ補正メモリ131とを備えている。

【0073】なお、この基準スケール88とCCDカメラとスタートセンサ75と描画基準位置センサ95とポリゴン面検出器126とが本発明における走査速度分布検出手段に相当し、位置ずれ演算部89が本発明におけるポリゴンミラーの各面毎の位置ずれ補正データを算出する演算手段に相当し、位置ずれ補正メモリ131が本発明における格納手段に相当する。

【0074】続いて、この実施例装置において、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パ

ターンの位置ずれを補正する動作について説明する。

【0075】例えば、ポリゴンミラー67の回転中心がずれていたり回転ムラがあったりしてポリゴンミラー67の回転精度が規定値以下である場合や、ポリゴンミラー67のポリゴン面の角度が面毎にばらついていたりしてポリゴンミラー67のポリゴン面毎の角度誤差が生じている場合には、ポリゴンミラー67の面毎のレーザビームの走査速度にムラ（誤差）が生じる、即ち、レーザビームの走査速度がポリゴン面毎に変動することになる。このポリゴン面毎の走査速度の変動は、描画品質を劣化させる原因になっている。ここでは、このような場合に校正を行う。

【0076】プリント配線基板Sへのレーザ描画を開始する前に、ポリゴンミラー67の各面ごとのレーザビームの走査速度分布の検出と、検出したこれらの走査速度分布に応じたポリゴンミラー67の各面ごとの位置ずれ補正データ（位相増加分設定値 $k$ ）の算出と、これらの位置ずれ補正メモリ131への設定とを以下のように予め実施する。

【0077】まず、図1に示すように、描画基準位置センサ95の $y$ 方向の中央部分が処理位置 $PY$ に位置するように描画ステージ6を待機位置に移動させておく。図9に示すように、スタートセンサ75は、レーザビームの照射を検出してメインコントローラ121に走査開始信号 $a$ を出力する。このようにしてレーザビームの主走査方向への走査開始が検出される。このスタートセンサ75で検出されたレーザビームは、主走査方向に偏向されて、二つの描画基準位置センサ95に順に照射される。スタートセンサ75に近い方の描画基準位置センサ95は、この描画基準位置 $PX$ （図1参照）へのレーザビームの照射を検出してメインコントローラ121に描画基準位置信号 $h$ を出力する。スタートセンサ75に遠い方の描画基準位置センサ95は、この描画終了位置 $PX_{end}$ （図1参照）へのレーザビームの照射を検出してメインコントローラ121に描画終了位置信号 $h'$ を出力する。メインコントローラ121は、描画基準位置信号 $h$ から得られるビームスポットの座標値に基づいて、走査開始信号 $a$ の検出から描画基準位置信号 $h$ の検出までの時間差を算出し、描画基準位置信号 $h$ の検出から描画終了位置信号 $h'$ の検出までの期間を走査有効期間とし、この走査有効期間以外の期間を走査無効期間として算出している。ここで、走査無効期間とはレーザビームをプリント配線基板Sに照射し得ない期間であり、走査有効期間とはレーザビームをプリント配線基板Sに照射し得る期間である。

【0078】次に、基準スケール88が処理位置 $PY$ に位置するように描画ステージ6を移動させておく。基準スケール88とCCDカメラとスタートセンサ75とポリゴン面検出器126とにより、ポリゴンミラー67の各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出する。具

体的には、メインコントローラ121は、図9に示すように、ポリゴン面検出器126からの面信号 $i$ に基づいてポリゴンミラー67の第1面を検出し、ポリゴンミラー67の第1面によるレーザビームを基準スケール88に対して描画基準位置から描画終了位置までの間を主走査方向に10mm間隔毎に順に照射するようにポリゴンミラー67を回転制御するとともに、この照射されたレーザビームのスポットとこのスポットが位置する基準スケール88の長さ目盛りとをCCDカメラで撮像するよう制御する。ポリゴンミラー67の第1面用として撮像されたこれらの映像信号は照射位置データとして位置ずれ演算部89に出力される。位置ずれ演算部89は、前記映像信号に基づいて、10mm間隔ごとのレーザビームの照射位置を算出する。具体的には、レーザビームのスポットの多値光量分布からビーム重心を求め、このビーム重心の対応する位置をレーザビームの照射位置として算出する。このようにしてポリゴンミラー67の第1面のレーザビームの走査速度分布が検出される。なお、ポリゴンミラー67の残りの第2面から第 $n$ 面についての映像信号も、上述と同様に、位置ずれ演算部89に出力され、ポリゴンミラー67の第2面から第 $n$ 面のレーザビームの走査速度分布が検出される。

【0079】位置ずれ演算部89は、ポリゴンミラー67の全ての面（第1面から第 $n$ 面）のレーザビームによる描画ピッチが一定となるように、ポリゴンミラー67の全ての面のレーザビームの照射位置データに基づいて、レーザビームの位置ずれを補正するためのポリゴンミラー67の各面ごとの位相増加分設定値 $k$ を算出する。具体的には、前述のように10mm間隔ごとに計測されたレーザビームの照射位置データから $f\theta$ レンズ68の走査速度分布を示す4次の多項式を各面ごとに求め、これらをそれぞれ積分して走査位置を示す5次の多項近似式を各面ごとに求め、これらの5次の多項近似式から、ポリゴンミラー67の全ての面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー67の各面ごとに5125個（走査幅410 mm/16画素80  $\mu$ m = 5125個）にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ を算出する。位置ずれ演算部89は、上記のように算出したポリゴンミラー67の各面ごとの5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ をメインコントローラ121に出力する。

【0080】メインコントローラ121は、図16に示すように、このポリゴンミラー67の各面ごとに、5125個にわたる16画素単位の位相増加分設定値 $k$ （ $k_0 \sim k_{5124}$ ）を位置ずれ補正メモリ131に設定する。この位置ずれ補正メモリ131には、ポリゴンミラー67の第1面から第 $n$ 面ごとに、「0」から「end」までのメモリアドレスで分けられた5125個分の記録エリアが設けられている。 $n$ 面 $\times$ 5125個にわたる各記録エリアには、上記のように算出されたそれぞれの16画素単位の位

相増加分設定値 $k$ が設定されている。但し、メモリアドレスが「end」である記録エリアには、ポリゴンミラー67の次の面における初期値（ポリゴンミラー67の次の面で最初に用いるべき16画素単位の位相増加分設定値 $k_{end}$ ）が記録されている。

【0081】このように、位置ずれ補正メモリ131へのポリゴンミラー67の各面ごとの位相増加分設定値 $k$ （ $k_0 \sim k_{end}$ ）の設定が完了してから、プリント配線基板Sへのレーザ描画を開始する。

【0082】続いて、プリント配線基板Sへのレーザ描画の動作について説明する。図17に示すように、メインコントローラ121は、ポリゴン面検出器126からの面信号 $i$ に基づいて、ポリゴンミラー67の各面のうちでこれからレーザビームを照射しようとする面を特定する。メインコントローラ121は、この特定された面より前の面におけるメモリアドレス「end」の記録エリアに記録されている16画素単位の位相増加分設定値 $k_{end}$ を少なくとも読み出し、続いて、レーザビームを照射しようとする面におけるメモリアドレス「0」、

「1」、「2」、・・・の順にその記録エリアに記録されている16画素単位の位相増加分設定値 $k$ （ $k_0, k_1, k_2, \dots$ ）を読み出してDDS132に出力するように位置ずれ補正メモリ131を制御する。なお、これらの16画素単位の位相増加分設定値 $k_0 \sim k_{end}$ は、走査開始信号 $a$ に同期し描画クロック信号 $f$ の16クロックごとに発生する読み出しクロック信号 $e$ に従って、位置ずれ補正メモリ131から読み出されDDS132に設定されている。

【0083】DDS132は、基準クロック生成部122からの基準クロック信号 $b$ を、位置ずれ補正メモリ131からメモリアドレス順に読み出される16画素単位の位相増加分設定値 $k$ （ $k_0 \sim k_{end}$ ）に応じて、16画素ごとに $f_0 \sim f_{end}$ の周波数に順に調整して周波数通倍回路133に出力する。周波数通倍回路133は、DDS132で16画素ごとに $f_0 \sim f_{end}$ の周波数の順に調整された基準クロック信号 $c$ を、例えば4通倍して同期化処理部134に出力する。同期化処理部134は、周波数通倍回路133で4通倍された基準クロック信号 $d$ をスタートセンサ75からの走査開始信号 $a$ に同期させて描画クロック信号 $f$ として出力する。

【0084】したがって、描画クロック信号 $f$ は、図17に示すように、16画素ごとに所望の周波数に調整されている。また、ポリゴンミラー67の次の面においても、この描画クロック信号 $f$ は上述と同様に調整される。具体的には、ポリゴン第1面には、16画素ごとに周波数が $f_{end} \times 4, f_0 \times 4, f_1 \times 4, f_2 \times 4, \dots, f_{end-1} \times 4$ の順に調整された描画クロック信号 $f$ で読み出されたラスタデータにより生成される描画信号でレーザビームが変調され、この変調されたレーザビームが照射される。ポリゴン第2面には、16画素ご

とに周波数が $f_{end} \times 4, f_0' \times 4, f_1' \times 4, f_2' \times 4, \dots, f_{end-1}' \times 4$ の順に調整された描画クロック信号 $f$ で読み出されたラスタデータにより生成される描画信号でレーザビームが変調され、この変調されたレーザビームが照射される。ポリゴン第 $n$ 面には、16画素ごとに周波数が $f_{end} n \times 4, f_0 n \times 4, f_1 n \times 4, f_2 n \times 4, \dots, f_{end-1} n \times 4$ の順に調整された描画クロック信号 $f$ で読み出されたラスタデータにより生成される描画信号でレーザビームが変調され、この変調されたレーザビームが照射される。

【0085】このように、基準スケール88とCCDカメラとスタートセンサ75と描画基準位置センサ95とポリゴン面検出器126とにより、ポリゴンミラー67の各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出し、メインコントローラ121により、ポリゴンミラー67の各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるように、ポリゴンミラー67の各面ごとの検出されたレーザビームの走査速度分布に応じて、ポリゴンミラー67の各面毎の位相増加分設定値 $k$ （ $k_0 \sim k_{end}$ ）を算出して位置ずれ補正メモリ131に設定し、描画クロック発生回路123により、位置ずれ補正メモリ131に設定されたポリゴンミラー67の各面毎の位相増加分設定値 $k$ （ $k_0 \sim k_{end}$ ）に応じて、描画クロック信号 $f$ を16画素ごとに所望の周波数に調整しているため、ポリゴンミラー67の各面のレーザビームによる描画ピッチを一定にすることができ、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを補正することができる。

【0086】また、この第2補正例では、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを補正するために、スタートセンサ75と描画基準位置センサ95と位置ずれ演算部89とメインコントローラ121とを用いているが、描画用レーザビームとは別の参照用レーザビームをポリゴンミラー67を介して受光して描画クロック信号を生成する生成手段を備えた場合でも、ポリゴンミラー67の回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれを補正できる。即ち、ポリゴン面毎の走査速度の変動を打ち消すことができる。この場合は、描画基準位置センサ95と、基準クロック生成部122とを不必要にできる。この生成手段は、図18に示すように、レーザ光源41からのレーザビームの一部を参照用レーザビーム（参照光）として分離する分離ミラー96と、この参照光をポリゴンミラー67に供給するビーム合成器97と、ポリゴンミラー67とシリンドリカルレンズ73とを介した参照光を受光して描画クロック信号 $f'$ を生成するグレーティングセンサ98と、この描画クロック信号 $f'$ を通倍してDDS132への基準クロック信号 $b$ を生成する周波数通倍回路99とで構成される。仮に、グレーティングセンサ98における参照光を通過させるスリットにピッ

チ誤差があると、このピッチ誤差により位置ずれが生じた描画クロック信号  $f$  が生成されることになる。しかし、この図 18 に示す実施例装置では、描画クロック発生回路 123 からの描画クロック信号  $f$  は、位置ずれ演算部 89 から描画クロック発生回路 123 内の位置ずれ補正メモリ 131 に設定されるポリゴンミラー 67 の各面毎の位相増加分設定値  $k$  に応じて、所望の周波数に調整されるので、前記ピッチ誤差が補正でき、描画クロックの生成位置ずれが補正でき、描画パターンの位置ずれを高精度に補正できる。

【0087】なお、マルチビーム描画を採用する場合は、基本的には図 10 に示したように、各ビーム毎に描画クロック発生回路を設け、順次  $\Delta t_m$  時間ずつ遅延して動作、すなわち位置ずれ補正メモリから位相増加分設定値  $k$  を読み出して所望周波数の描画クロック信号を発生させれば良い。但し、グレーティングセンサ 98 で生成される描画クロック信号  $f'$  の周波数が一定ではないため、その周波数に応じてチャンネル毎に位相増加分設定値  $k$  を調整する必要がある。

【0088】〈第 3 補正例〉続いて、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを補正するとともに、描画パターンをプリント配線基板  $S$  の寸法変動に応じて縮倍補正する動作（第 3 補正機能）について説明する。

【0089】本実施例装置は、プリント配線基板  $S$  の寸法変動に応じて描画パターンを縮倍補正するために、プリント配線基板  $S$  の伸縮量を検出するアライメントスコープユニット 31 と、この伸縮量に基づいてプリント配線基板  $S$  の寸法変動に応じた縮倍補正率  $j$  を算出してメインコントローラ 121 に出力するアライメントデータ演算部 111 と、位置ずれ演算部 89 で算出されたポリゴンミラー 67 の各面毎の位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値  $k$ （周波数設定値）をアライメントデータ演算部 111 からの縮倍補正率  $j$  に応じて補正するメインコントローラ 121 とを備えている。なお、この実施例装置は、前述の第 2 補正例の場合と同様に、ポリゴンミラー 67 の各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出するための基準スケール 88 と CCD カメラとスタートセンサ 75 と描画基準位置センサ 95 とポリゴン面検出器 126 と、この検出されたポリゴンミラー 67 の各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー 67 の各面毎の位置ずれ補正データとしての位相増加分設定値  $k$ （周波数設定値）を算出する位置ずれ演算部 89 とを備えている。

【0090】続いて、この実施例装置において、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを補正するとともに、描画パターンをプリント配線基板  $S$  の寸法変動に応じて縮倍補正する動作について説明する。なお、描画パターンの位置ずれ補正は、前述の第 2 補正例で説明しているので、ここではその説明を省略するものとする。

【0091】図 1 に示すように、載置テーブル 15 の基準位置にプリント配線基板  $S$  を載置する。そして、描画前に、プリント配線基板  $S$  の主走査方向の寸法変動を以下のようにして検出しておく。図 12 に示すように、プリント配線基板  $S$  の四隅の位置合わせ穴  $A$  のうちで、例えば、シリンダカルレンズ 73 に近い方の主走査方向に並ぶ 2 つの位置合わせ穴  $A$  を、CCD カメラ 33a、35a で読み取る。なお、CCD カメラ 33a、35a、37a、39a で 4 箇所全ての位置合わせ穴  $A$  を読み取ってもよい。アライメントデータ演算部 111 は、この CCD カメラ 33a、35a からの映像信号に基づいて、この 2 つの位置合わせ穴  $A$  の主走査方向の距離  $\times 1$  を求める。アライメントデータ演算部 111 は、この求めた距離  $\times 1$  と、寸法基準として予め与えられている位置合わせ穴  $A$  の主走査方向の距離とに基づいて、縮倍補正率  $j$  を求め、この縮倍補正率  $j$  をメインコントローラ 121 に出力する。メインコントローラ 121 は、位置ずれ演算部 89 で算出されたポリゴンミラー 67 の各面毎の 16 画素単位の位相増加分設定値  $k$  ( $k_0 \sim k_{end}$ ) を縮倍補正率  $j$  に応じて一律に補正し、補正後の 16 画素単位の位相増加分設定値  $k \times j$  ( $k_0 \times j \sim k_{end} \times j$ ) を描画クロック発生回路 123 の位置ずれ補正メモリ 131 に設定する。

【0092】描画クロック発生回路 123 は、位置ずれ補正メモリ 131 に設定された補正後の 16 画素単位の位相増加分設定値  $k \times j$  ( $k_0 \times j \sim k_{end} \times j$ ) をメモリアドレス順に読み出して DDS 132 に出力する。DDS 132 は、基準クロック生成部 122 からの基準クロック信号  $b$  を、メモリアドレス順に読み出された補正後の 16 画素単位の位相増加分設定値  $k \times j$  ( $k_0 \times j \sim k_{end} \times j$ ) に応じて、16 画素ごとに  $f_0 \times j \sim f_{end} \times j$  の周波数に順に調整して周波数通倍回路 133 に出力する。周波数通倍回路 133 は、DDS 132 で 16 画素ごとに  $f_0 \times j \sim f_{end} \times j$  の周波数の順に調整された基準クロック信号  $c$  を、例えば 4 通倍して同期化処理部 134 に出力する。同期化処理部 134 は、周波数通倍回路 133 で 4 通倍された基準クロック信号  $d$  をスタートセンサ 75 からの走査開始信号  $a$  に同期させて描画クロック信号  $f$  として出力する。したがって、この描画クロック信号  $f$  は縮倍補正率  $j$  に応じて縮倍補正されている。描画クロック発生回路 123 で位相増加分設定値  $k$  に応じて調整されるとともに縮倍補正率  $j$  に応じて縮倍補正された描画クロック信号  $f$  でラスタデータが読み出される。音響光学変調器 53 は、描画信号に基づいてレーザビームを変調する。変調されたレーザビームがプリント配線基板  $S$  に照射され、プリント配線基板  $S$  に縮倍補正された描画パターンが形成される。

【0093】このように、メインコントローラ 121 は、位置ずれ演算部 89 で算出されたポリゴンミラー 67 の各面毎の 16 画素単位の位相増加分設定値  $k$  ( $k_0 \sim$

$k_{end}$ ) を縮倍補正率  $j$  に応じて一律に補正し、補正後の16画素単位の位相増加分設定値  $k \times j$  ( $k_0 \times j \sim k_{end} \times j$ ) を描画クロック発生回路123の位置ずれ補正メモリ131に設定する。描画クロック発生回路123は、一走査ラインのうちで補正箇所の描画クロック信号  $f$  を、位置ずれ補正メモリ131に設定された補正後の16画素単位の位相増加分設定値  $k \times j$  ( $k_0 \times j \sim k_{end} \times j$ ) に応じて、所望の周波数に調整する。したがって、描画パターンの位置ずれが補正できるとともに、この描画パターンをプリント配線基板Sの寸法変動に応じて高精度に縮倍補正できる。

【0094】なお、前述したプリント配線基板Sの主走査方向の寸法変動の検出時には、プリント配線基板Sの副走査方向の寸法変動も検出している。図12に示すように、例えば、プリント配線基板Sの四隅の位置合わせ穴Aのうちで、CCDカメラ原点に近い方の副走査方向に並ぶ2つの位置合わせ穴Aを、CCDカメラ33a、39aで読み取る。アライメントデータ演算部111は、このCCDカメラ33a、39aからの映像信号に基づいて、この2つの位置合わせ穴Aの副走査方向の距離  $Y1$  を求める。アライメントデータ演算部111は、この求めた距離  $Y1$  と、寸法基準として予め与えられている位置合わせ穴Aの副走査方向の距離とに基づいて、副走査方向の縮倍補正データを求めてメインコントローラ121に出力する。メインコントローラ121は、この副走査方向の縮倍補正データに応じて、サーボモータ7への駆動パルスを可変して描画ステージ5の移動速度を調整することで、副走査方向の縮倍補正を実現している。

【0095】また、アライメントスコープユニット31でプリント配線基板Sの伸縮量を検出し、アライメントデータ演算部111でこの伸縮量に基づいてプリント配線基板Sの寸法変動に応じた縮倍補正データを算出しているので、プリント配線基板Sの寸法変動に応じた縮倍補正データを自動的に算出することができる。

【0096】なお、本発明は以下のように変形実施することも可能である。

【0097】(1) 描画基準位置センサ95は、レーザビームの主、副走査方向への位置ずれを検出できるものであればよく、二次元のPSD(位置検出素子: Position Sensitive Device)、スタートセンサ75と同等の複数の分割センサなどを採用してもよい。

【0098】(2) レーザビームを副走査方向に移動させる位置補正手段としては、シリンダリカルレンズ73を移動させる代わりに、ポリゴンミラー67に入射するレーザビームの副走査方向の入射角を調節するようにしてもよい。そのレーザビームの副走査方向の入射角は、ポリゴンミラー67の前段に設けたミラーあるいはレンズ系をアクチュエータで駆動して変えることができる。

【0099】(3) 上述した実施例装置では、レーザ光

源41と音響光学変調器53を使用しているが、これらに代えてレーザダイオードを使用してもよい。この場合には、レーザダイオードを直接オンオフ制御すればよく、構造的に簡易化を図ることができる。

【0100】(4) 上述した実施例では、結像光学系21が固定で描画ステージ5が移動する構成であったが、逆に結像光学系21が移動する構成であっても本発明を適用可能である。

【0101】(5) 上述した実施例では、描画クロック発生回路123にDDS132を用いているが、このDDS132に替えて、電圧制御発振器(VCO)やPLL(phase locked loop)などを用いた場合であっても本発明を適用可能である。

【0102】(6) 上述した実施例では、位置ずれ補正メモリ131に記憶されている16画素単位の位相増加分設定値  $k$  をアドレス順に16画素単位ごとに読み出してDDS132に設定しているが、DDS132への位相増加分設定値  $k$  を変更する場合のみ、対応する16画素単位の位相増加分設定値  $k$  を位置ずれ補正メモリ131から読み出してDDS132に設定してもよい。また、位相増加分設定値  $k$  を16画素単位としているが、16画素単位に限定されるものではなく、この位相増加分設定値  $k$  を16画素以外の単位として取り扱ってもよい。

【0103】(7) 上述した実施例では、アライメントデータ演算部111で処理対象物の実測データからその寸法変動を求めて縮倍補正データを求めているが、データ処理部101から指示される縮倍補正データをメインコントローラ121に供給するようにしてもよい。

【0104】(8) 上述した実施例ではプリント配線基板製造装置を例に採って説明したが、本発明はこのような装置に限定されるものではなく、レーザビームを用いて露光処理を行う装置に適用できる。

【0105】(9) 上述した実施例では、描画位置ずれを検出するための手段(基準スケール88、CCDカメラ、位置ずれ演算部89等)をレーザ描画装置に常時搭載していたが、これに限らず、描画クロックの調整を行う際にのみ搭載しても良いし、ステージ5を除いた結像光学系21のみを適当な台にセットした状態で上記手段を用いて描画クロックの調整を行っても良い。

【0106】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1に記載の装置発明によれば、一走査ライン分の描画クロックのうちで補正箇所の描画クロックを、位置ずれ補正データに応じた周波数に調整する信号調整手段を備えているので、従来例のような位相をシフトさせた複数種類のクロックを用いることなく、レーザビームによる描画ピッチが一定となるように調整でき、前記の複数種類のクロックを生成する構成を不要にでき、簡易な構成で走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正できる。



【０１０７】また、請求項２に記載の装置発明によれば、信号調整手段は、一走査ライン分のクロックのうちで補正箇所のクロックの周波数設定値を位置ずれ補正データとして保持するメモリ部と、前記メモリ部からの周波数設定値に応じた周波数のクロックを発生するダイレクトデジタルシンセサイザと、このダイレクトデジタルシンセサイザからのクロックを通過して描画クロックとして出力する通倍手段とを備えているので、高い分解能で描画クロックの周波数設定ができ、ラスターデータの一画素以下の微小単位で描画パターンの位置ずれを補正することができ、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正する構成を実現することができる。

【０１０８】また、請求項３に記載の装置発明によれば、信号調整手段を同時走査描画する複数本のレーザビームごとに備えているので、複数本のレーザビームを用いるマルチビーム描画においても、各レーザビームによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正できる。

【０１０９】また、請求項４に記載の装置発明によれば、ポリゴンミラーの各面毎の位置ずれ補正データを格納する格納手段を備えているので、ポリゴンミラーの回転精度、面毎の回転ムラなどの走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれがポリゴンミラー各面ごとに高精度に補正される。

【０１１０】また、請求項５に記載の装置発明によれば、ポリゴンミラーの各面ごとのレーザビームの走査速度分布を検出する走査速度分布検出手段と、前記走査速度分布検出手段で検出されたポリゴンミラー各面のレーザビームによる描画ピッチが一定となるようにポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データを算出する演算手段とを備えているので、ポリゴンミラー各面毎の位置ずれ補正データを自動的に算出することができ、ポリゴンミラーの回転精度、面毎の回転ムラによる描画パターンの位置ずれをポリゴンミラー各面ごとに高精度に補正できる。

【０１１１】また、請求項６に記載の装置発明によれば、描画用レーザビームとは別の参照用レーザビームをポリゴンミラーを介して受光してポリゴンミラーの各面ごとの描画クロックを生成する生成手段を備えているので、ポリゴン面毎の走査速度の変動による描画位置ずれを打ち消すレーザ描画装置を構成することができ、前記生成手段での描画クロックの生成におけるピッチ誤差を補正でき、描画クロックの生成位置ずれを補正でき、描画パターンの位置ずれを高精度に補正できる。

【０１１２】また、請求項７に記載の装置発明によれば、処理対象物の伸縮量を検出する伸縮量検出手段と、前記伸縮量検出手段で検出された伸縮量に応じて位置ずれ補正データを補正する演算手段とを備えているので、走査光学系の歪みによる描画パターンの位置ずれを高精度に補正できるとともに、この描画パターンを処理対象

物の寸法変動に応じて高精度に縮倍補正できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るレーザ描画装置の一例であるプリント配線基板製造装置の概略構成を示す斜視図である。

【図２】プリント配線基板製造装置の詳細な平面図である。

【図３】プリント配線基板製造装置の詳細な側面図である。

【図４】位置補正機構の概略構成を示す側面図である。

【図５】位置補正機構の概略構成を示す平面図である。

【図６】位置補正機構の概略構成を示す正面図である。

【図７】（ａ）はスタートセンサの構成を示す斜視図であり、（ｂ）はこのスタートセンサでの検出波形を示す図である。

【図８】描画基準位置センサの構成を示す平面図である。

【図９】実施例のプリント配線基板製造装置の概略構成を示すブロック図である。

【図１０】描画制御部の要部の構成を示すブロック図である。

【図１１】ＤＤＳの構成を示すブロック図である。

【図１２】実施例装置での描画座標系を示す図である。

【図１３】（ａ）は、マルチビーム配列とそのビーム間隔を示す図であり、（ｂ）は、描画ベクトルを示す図である。

【図１４】（ａ）は、描画パターンの位置ずれが生じている部分を示す図であり、（ｂ）は、（ａ）に示した描画パターンの位置ずれを補正した図である。

【図１５】（ａ）は、理想と実際の走査光学特性を示す図であり、（ｂ）は、レーザビームの主走査速度の特性を示す図であり、（ｃ）は、描画クロック信号の補正特性を示す図であり、（ｄ）は、調整後の描画ピッチの特性を示す図である。

【図１６】位置ずれ補正メモリマップを示す図である。

【図１７】ＤＤＳに周波数設定するタイミングを示すタイミングチャート図である。

【図１８】実施例のプリント配線基板製造装置に参照用レーザビームから描画クロック信号を生成する生成手段を設けた場合の概略構成を示すブロック図である。

【図１９】（ａ）は、ＣＨ１、ＣＨ２のレーザビームの走査歪み特性を示す図であり、（ｂ）は、ＣＨ１、ＣＨ２のレーザビームの補正特性を示す図である。

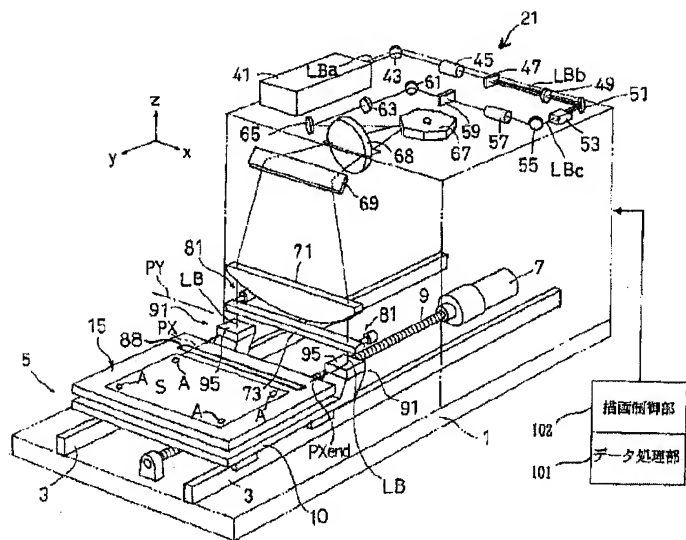
#### 【符号の説明】

- １ … 基台
- ３ … ガイドレール（移動手段）
- ５ … 描画ステージ（載置台）
- ７ … サーボモータ（移動手段）
- ９ … 送りネジ（移動手段）
- １５ … 載置テーブル
- ２１ … 結像光学系

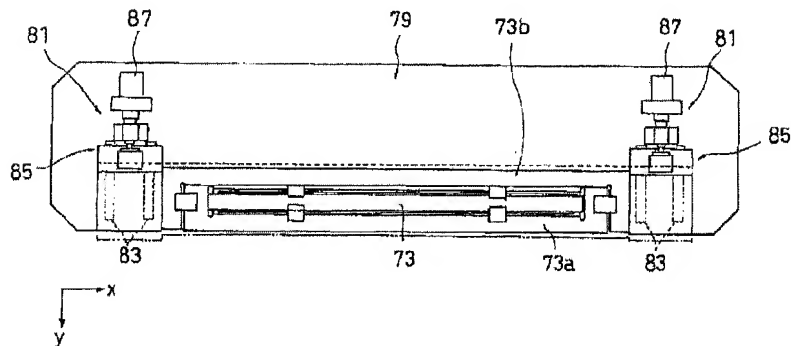
31 … アライメントスコープユニット（伸縮量検出手段）  
 33a … CCDカメラ（走査速度分布検出手段）  
 41 … レーザ光源  
 63 … 音響光学変調器（変調手段）  
 67 … ポリゴンミラー（偏向手段）  
 73 … シリンドリカルレンズ  
 75 … スタートセンサ（走査速度分布検出手段）  
 81 … 位置補正機構  
 88 … 基準スケール（走査速度分布検出手段）  
 89 … 位置ずれ演算部（演算手段）  
 95 … 描画基準位置センサ（走査速度分布検出手段）

111 … アライメントデータ演算部（伸縮量検出手段）  
 121 … メインコントローラ（演算手段）  
 122 … 基準クロック生成部  
 123 … 描画クロック発生回路（信号調整手段）  
 126 … ポリゴン面検出器（走査速度分布検出手段）  
 131 … 位置ずれ補正メモリ  
 132 … DDS（信号調整手段）  
 133 … 周波数通倍回路（通倍手段）  
 134 … 同期化処理部（通倍手段）  
 S … プリント配線基板（処理対象物）  
 LB … レーザビーム

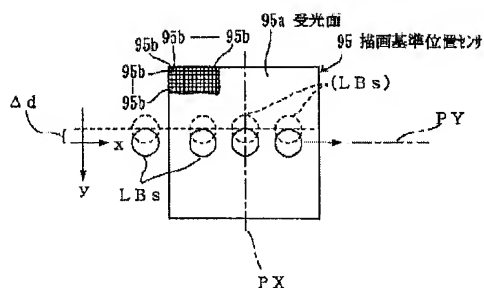
【図1】



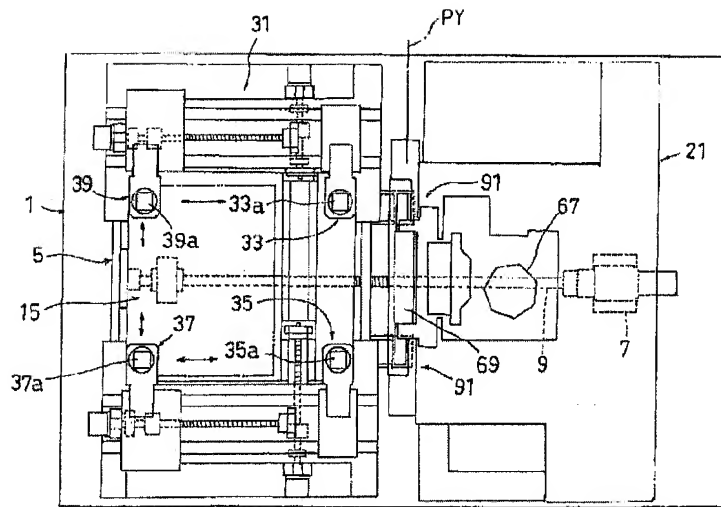
【図5】



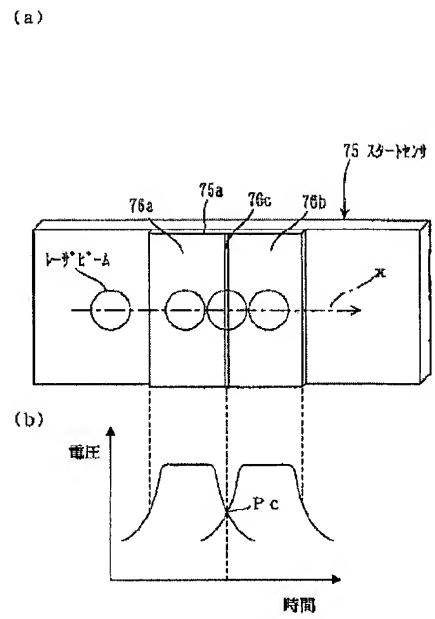
【図8】



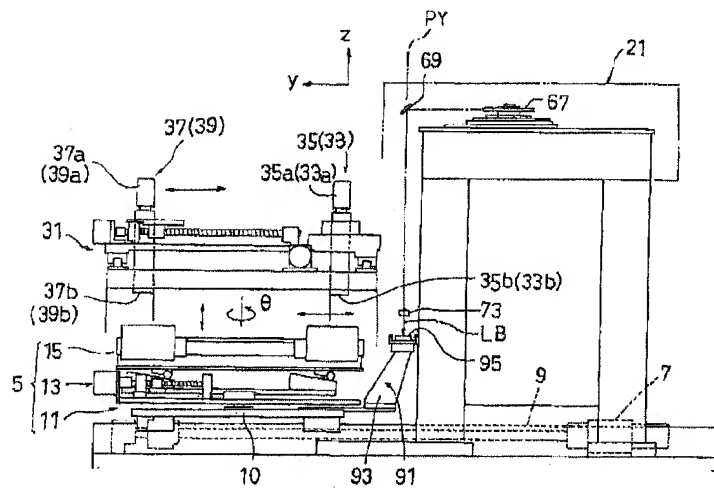
【圖 2】



【图 7】



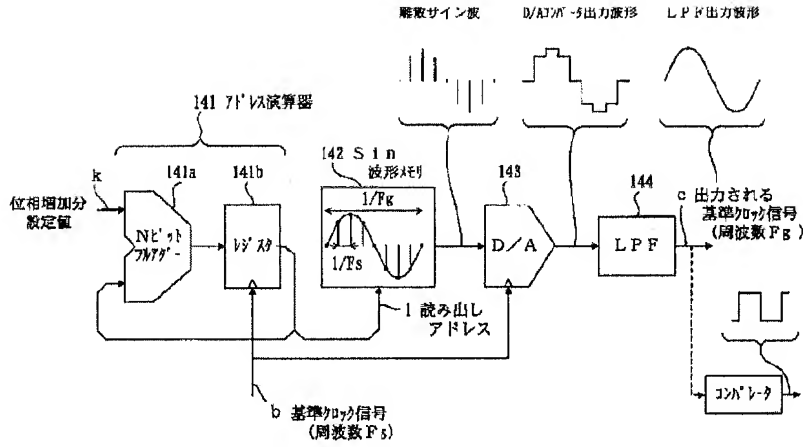
【图 3】



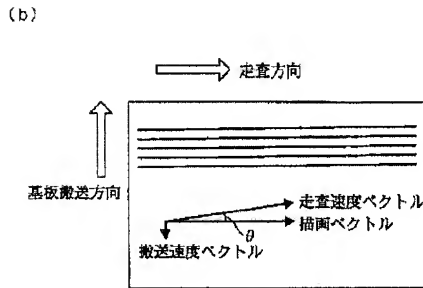
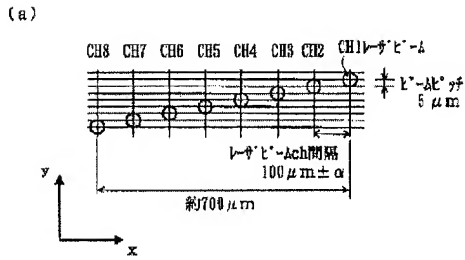




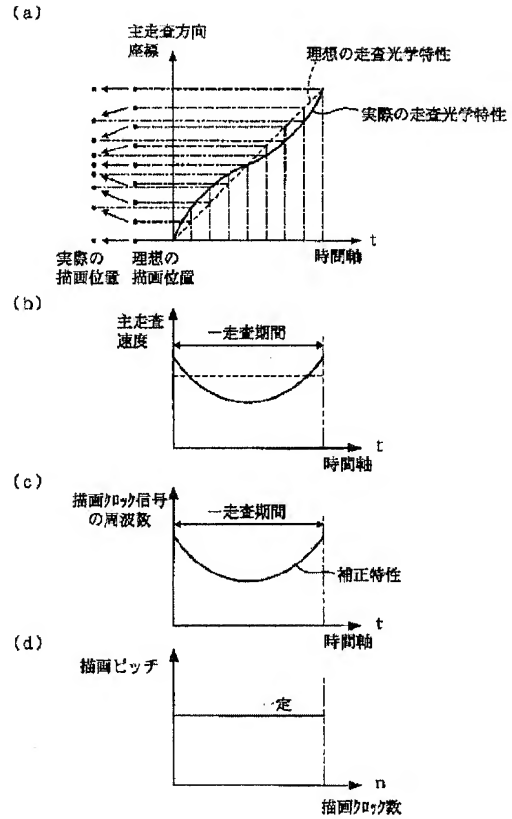
【図 1 1】



【図 1 3】

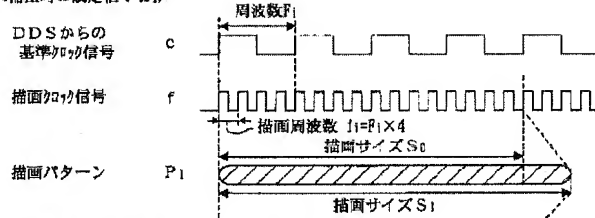


【図 1 5】

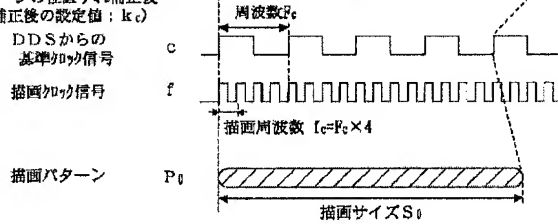


【図 1 4】

(a) 描画パターンの位置ずれ補正前  
(DDSの未補正時の設定値:  $k_i$ )



(b) 描画パターンの位置ずれ補正後  
(DDSの補正後の設定値:  $k_c$ )



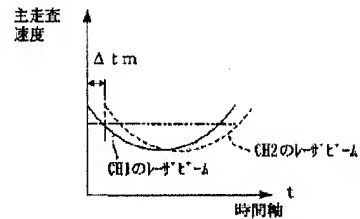
【図 1 6】

### 描画ずれ補正メモリマップ

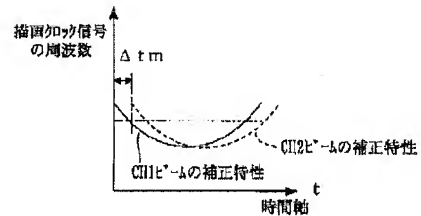
アドレス	位相増加分設定値 (周波数設定値)
0	第1面用の $k_0$ (周波数 $f_0$ )
1	# $k_1$ (周波数 $f_1$ )
2	# $k_2$ (周波数 $f_2$ )
3	# $k_3$ (周波数 $f_3$ )
...	...
end	# $k_{end}$ (周波数 $f_{end}$ )
f <sub>end</sub> : 第2面の初期周波数	
0	第2面用の $k'_0$ (周波数 $f'_0$ )
1	# $k'_1$ (周波数 $f'_1$ )
2	# $k'_2$ (周波数 $f'_2$ )
3	# $k'_3$ (周波数 $f'_3$ )
...	...
end	# $k'_{end}$ (周波数 $f'_{end}$ )
f <sub>end'</sub> : 第3面の初期周波数	
0	第3面用の $k''_0$ (周波数 $f''_0$ )
1	# $k''_1$ (周波数 $f''_1$ )
2	# $k''_2$ (周波数 $f''_2$ )
3	# $k''_3$ (周波数 $f''_3$ )
...	...
end	# $k''_{end}$ (周波数 $f''_{end}$ )
f <sub>end''</sub> : 第4面の初期周波数	
...	...
0	第n面用の $k_n$ (周波数 $f_n$ )
1	# $k_1$ (周波数 $f_1$ )
2	# $k_2$ (周波数 $f_2$ )
3	# $k_3$ (周波数 $f_3$ )
...	...
end	# $k_{end}$ (周波数 $f_{end}$ )
f <sub>end n</sub> : 第1面の初期周波数	

【図 1 9】

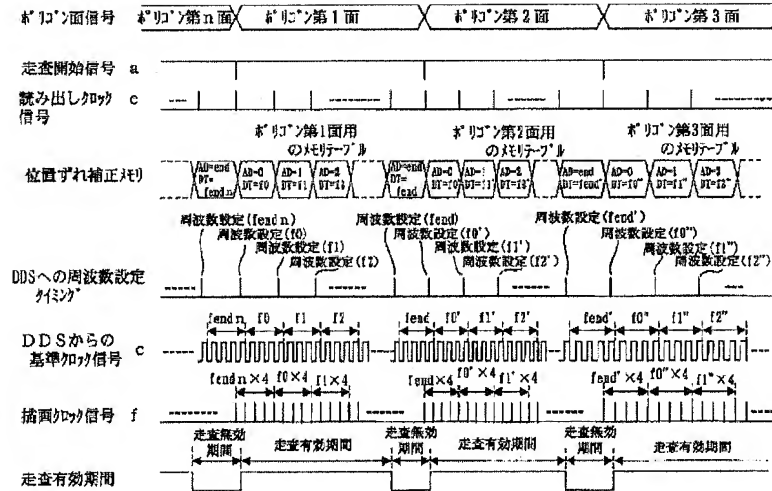
(a)



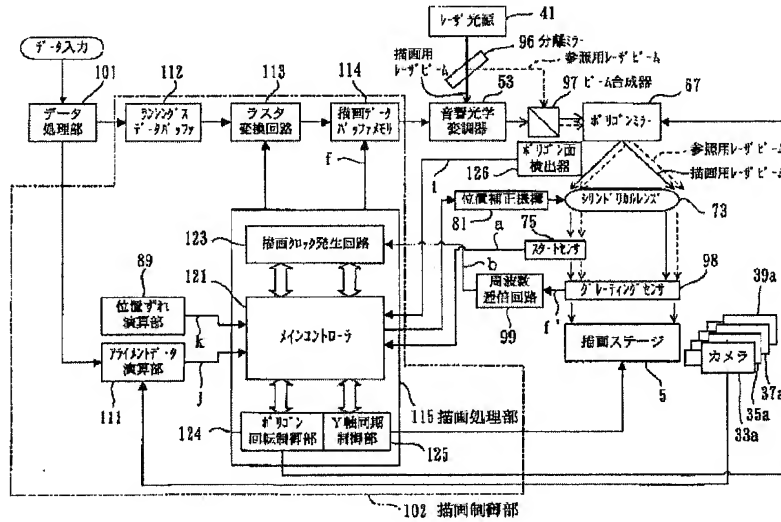
(b)



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 城田 浩行

京都市上京区堀川通寺之内上 4 丁目天神  
北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株  
式会社内

(72)発明者 桑原 章

京都市上京区堀川通寺之内上 4 丁目天神  
北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株  
式会社内

Fターム(参考) 2C362 BA56 BA68 BB23 BB28 BB39

BB40 CB47 CB78

2H045 AA01 BA02 BA34 CA63 CA72

CA83 CA88 CA97

5C072 AA03 CA06 DA02 HA02 HA06

HA13 HA18 HB06 HB08 HB13

NA01 XA05

5C074 BB03 CC22 CC26 DD15 DD24

EE02 EE06